

$$|u - u_n|_0 \leq c |u - v_n|_0, \quad /17/$$

де $c = \sqrt{\frac{2}{\mu}}$, а елемент v_n реалізує мінімум функціонала $|u - v_n|_0$.

Повном, лінійно незалежною системою функцій $\{\chi_\ell(x) \varphi_k(x, y)\}$ у просторі H_0 є, наприклад, система

$$\left\{ \cos \frac{k_\ell(x-\alpha)}{b-\alpha} \cos \frac{k_\ell(y-g(x))}{h(x)-g(x)} \right\}, \quad k, \ell = 0, 1, 2, \dots$$

При цьому наближений розв'язок шукають у вигляді

$$u_n(x, y) = \sum_{k=0}^n c_k(x) \cos \frac{k_\ell(y-g(x))}{h(x)-g(x)}$$

1. Канторович Л.В., Крылов В.И. Приближенные методы высшего анализа. М.: Л., 1962. 2. Лучка А.Д., Жук М.В. Исследование быстроты сходимости метода Канторовича для линейных дифференциальных уравнений эллиптического типа // Методы количественного и качественного исследования дифференциальных и интегральных уравнений. К., 1975.

Стаття надійшла до редколегії 14.03.87

УДК 519.21

О.П.Гнатишин, Є.В.Москв'як

ОЦІНКА РЕСУРСУ НА ОСНОВІ ЗРІЗАНОЇ ВИБІРКИ

Нехай $t_1, t_2, \dots, t_n$ - напрацювання n однотипних технічних пристроїв. Деякі технічні пристрої працювали до відмови F , інші були зупинені S , хоча і могли ще працювати. Нехай k пристроїв з n працювали до відмови, а решта $n-k$ були зупинені.

Позначимо через $\bar{j}$ сподіваний ранг фактичної j -ї відмови у спільному варіаційному ряді. Методика обчислення сподіваних рангів відмов наведена у праці [1]. Зрізана медіанна емпірична ймовірність безвідмовної роботи пристрою до моменту t обчислюється за формулою

$$\hat{R}(t) = \frac{n+0,7-\bar{j}}{n+0,4} - \frac{(\bar{j}+1)-\bar{j}}{n+0,4} \frac{t-t_j}{t_{j+1}-t_j}, \quad \begin{matrix} t_j \leq t \leq t_{j+1}, \\ j=1,2,\dots,k-1, \\ n=2,3,\dots \end{matrix} \quad /1/$$

У праці [2] визначено емпіричний гама-процентний ресурс $\hat{t}_\gamma$ як розв'язок рівняння

$$\hat{R}(t) = \frac{\gamma}{100}, \quad 0 < \gamma < 100. \quad /2/$$

На практиці для визначення емпіричного гама-процентного ресурсу у випадку зрізаної вибірки обчислюємо значення емпіричної ймовірності безвідмовної роботи технічного пристрою до моменту t_j ($j = 1, 2, \dots, k$) за формулою /1/ і використовуємо лінійну інтерполяцію.

Значення сподіваного або середнього емпіричного ресурсу $\hat{z}$ обчислюємо за формулою

$$\hat{z} = \int_0^{t_k} \hat{R}(t) dt = \frac{1}{n+0,4} \left\{ \frac{1}{2} \sum_{j=2}^{k-1} t_j \{(\bar{j}+1) - (\bar{j}-1)\} + \right. \\ \left. + t_k \left\{ n+0,7 - \frac{\bar{k} + (\bar{k}-1)}{2} \right\} - t_1 \left\{ 0,65 - \frac{\bar{1} + \bar{2}}{2} \right\} \right\} . \quad /3/$$

У випадку повної вибірки, коли $n = k$, формула /3/ значно спрощується і записується у вигляді

$$\hat{z} = \frac{1}{n+0,4} \left\{ \sum_{j=1}^n t_j + 0,2 t_n - 0,15 t_1 \right\} . \quad /4/$$

Приклад. На основі багатократно зрізаної вибірки незалежних напрацювань F і зупинок S однотипних технічних одиниць дано багатократно зрізаний емпіричний варіаційний ряд:

2300 S	2750 S	3200 S	3400 S	3650 S
3800 S	4200 S	5320 S	5500 S	16500 S
20550 F	22400 F	23710 F	26825 S	27315 F
29000 S	31270 F	32000 S	37750 F	38120 F
43600 F	48455 F			

Тут $n = 22$, $k = 9$.

Моменти відмов t_j , сподівані ранги відмов $\bar{j}$ і значення емпіричної ймовірності безвідмовної роботи $\hat{R}(t_j)$ відповідно дорівнюють:

t_j	$\bar{j}$	$\hat{R}(t_j)$
20550	1,7692	0,9344
22440	3,5385	0,8554
23710	5,3077	0,7764
27375	7,2735	0,6887
31270	9,5201	0,5884
37750	12,2161	0,4680
38125	14,9121	0,3477
43600	17,6080	0,2273
48455	20,3040	0,1070

Використовуючи лінійну ітерполяцію та екстраполяцію, знаходимо емпіричний гама-процентний ресурс:

γ	$\hat{t}_\gamma$	γ	$\hat{t}_\gamma$	γ	$\hat{t}_\gamma$
10	48596	50	36358	80	23100
20	44963	60	30765	90	21572
30	40000	70	26890	95	19919
40	38052				

За формулою /3/ середній емпіричний ресурс дорівнює $\hat{\tau} = 34090$ і збігається з 54,0551 гама-процентним ресурсом.

1. К в і т І.Д. Методичні вказівки до курсу "Теорія надійності". Львів, 1982. 2. К в і т І.Д., М о с к в я к Е.В. Оцінка залишкового ресурсу. У цьому ж Віснику.

Стаття надійшла до редколегії 30.01.87

УДК 519.21

І.Д.Квіт, Е.В.Москвяк

ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ

Нехай τ - напрацювання до відмови технічної одиниці. Позначимо через $R(t)$ ймовірність безвідмовної роботи технічної одиниці впродовж часу t

$$R(t) = P\{\tau > t\}, \quad t > 0. \quad /1/$$

Функція /1/ монотонно спадає від одиниці до нуля.

Означення 1. Гама-процентним ресурсом t_γ називається розв'язок рівняння

$$R(t) = \frac{\gamma}{100}, \quad 0 < \gamma < 100. \quad /2/$$

Рівняння /2/ при фіксованому значенні γ має єдиний розв'язок, оскільки функція /1/ монотонна. При $\gamma = 10; 25; 50$ маємо відповідно децильний, кuartильний і медіанний ресурс.

Приклад 1. Нехай напрацювання до відмови технічної одиниці описується розподілом Вейбула з параметром масштабу σ та параметром форми ν

$$R(t) = e^{-(\frac{t}{\sigma})^\nu}, \quad t > 0, \quad (\sigma > 0, \nu > 0). \quad /3/$$

Тоді гама-процентний ресурс

$$t_\gamma = \sigma \left[-\ln \frac{\gamma}{100} \right]^{1/\nu}, \quad 0 < \gamma < 100, (\sigma > 0, \nu > 0). \quad /4/$$